

UNIVERSITATEA NAȚIONALĂ DE ARTE BUCUREȘTI



VOCAȚIA PLASTICĂ A METALULUI ÎN DECORUL URBAN



REZUMAT AL TEZEI DE DOCTORAT

DOMENIUL DE DOCTORAT: ARTE VIZUALE

DOCTORAND: Bogdan Adrian Lefter

CONDUCĂTOR ȘTIINȚIFIC: Prof. univ. dr. Mihail Mănescu

2021

Introducere	4
Capitolul I. Dezvoltarea Titlului „Vocația plastică a metalului în decorul urban”	9
I.1. „Vocația plastică” – semnificații și valențe	9
I.2. Termenul „metal” în contextul titlului	12
I.3. Sintagma „decor urban” în contextul titlului	14
Capitolul II. Pledoarie pentru Metal	16
II.1. Metalele – scurt istoric în paralel cu dezvoltarea metalurgică	16
II.1.1. Metalele menționate în literatură din antichitate până în secolul al XVI-lea	21
II.1.2. Metalele și procesele metalurgice menționate în literatură după apariția tiparului, începând cu secolul al XVI-lea	24
II.2. Aliaje și pledoarie pentru metal	42
II.3. Etapele proceselor metalurgice imagine de ansamblu	47
Capitolul III. Elemente din metal care completează spațiul urban	48
III.1. Monumentul și sculptura monumentală	48
III.2. Mobilierul urban din metal	52
III.3. Metalele folosite în arhitectură	53
Capitolul IV. Rolul sculpturii urbane în a modela identitatea spațiului contemporan	54
IV.1. Unghiuri de percepție ale mesajului artistic	54
IV.1.1. Evoluție: Formă, Funcție, Tehnologie și Timp	55
IV.2. Identitatea spațiului urban	59
Capitolul V. Factori care au influențat dezvoltarea și metamorfoza monumentelor în timp	63
V.1.1. Istoria unei sculpturi și a relocărilor ei	67
V.1.2. Cvadruga - simbol perpetuat de-a lungul istoriei	71
Capitolul VI. Sculptura monumentală din metal și tendințele de reînnoire	95
VI.1. Mentalități noi – stimuli noi	96
VI.2. Tridimensionalitatea asistată de tehnica actuală	99
Capitolul VII. Compilațiile formelor artistice din metal cu alte elemente - generatoare de spectacol	
109	
VII.1.1. Predispoziția metalului de a genera spectacol prin mișcare (cinetism)	109
VII.1.2. Acustica Metalului – sunet și rezonanță	125
VII.1.3. Metal lumină și foc	137
Capitolul VIII. Metalele în cadrul Tabelului Periodic al Elementelor (Tabelul lui Mendeleev)	155
VIII.1. Evoluția/ istoria Tabelului Periodic al Elementelor/ Teoria atomului	155
VIII.2. Clasificări generale ale elementelor	158
VIII.3. Clasificarea metalelor după configurarea electronică și grupe:	160

VIII .4.	Clasificări după structura cristalină a metalelor - noțiuni de cristalografie	167
VIII .5.	Alotropia metalelor	169
VIII .6.	Clasificări și categorii ale metalelor.....	170
Capitolul IX.	Clasificarea proprietăților materialelor metalice.....	172
IX .1.	Proprietățile Fizice ale metalelor	173
IX.1.1.	Densitatea materialelor metalice	173
IX.1.2.	Temperatura de topire a metalelor	175
IX.1.1.	Proprietăți electrice – conductibilitatea electrică și aplicații plastice.....	177
IX.1.2.	Proprietățile magnetice	185
IX .2.	Proprietățile chimice ale metalelor.....	190
IX.2.1.	Coroziunea metalelor	191
IX.2.2.	Metode de prevenire și combatere a coroziunii (aplicarea depunerilor și peliculelor protectoare) 193	
IX.2.3.	Pasivitatea și patinarea materialelor metalice	196
IX .3.	Proprietăți mecanice ale materialelor metalice	202
IX .4.	Proprietăți optice ale materialelor metalice.....	209
IX .5.	Proprietăți tehnologice ale materialelor metalice.....	211
IX.5.4.	Turnabilitatea	211
IX.5.5.	Deformabilitatea.....	217
IX.5.6.	Sudabilitatea (tipuri de sudură / lipire / asamblări mecanice).....	223
IX.5.7.	Călibritatea și recoacerea (decălirea)	238
IX.5.8.	Prelucrarea, tăierea, debitarea și polizarea materialelor metalice	240
Capitolul X.	Metale cunoscute din antichitate și utilizarea lor plastică.....	251
X .1.	Aurul (Au) și aliajele sale cu valențe plastice	251
X .2.	Argintul (Ag) și aliajele sale cu valențe plastice.....	266
X .3.	Cuprul (Cu) și aliajele sale cu valențe plastice	270
X .4.	Plumbul (Pb) și aliajele sale cu valențe plastice	289
X .5.	Staniul (Sn) și aliajele sale cu valențe plastice.....	297
X .6.	Fierul (Fe) și aliajele sale cu valențe plastice.....	304
X.6.1.	Fontele.....	318
X.6.2.	Oțelurile	331
X .7.	Mercurul (Hg).....	344
Capitolul XI.	Cronologia principalelor metale noi descoperite (izolate) cu un aport considerabil la evoluția tehnologică și plastică.	347
XI .1.	Zincul (Zn) și aliajele sale cu valențe plastice	347

XI .2.	Cromul (Cr) și aliajele sale cu valențe plastice	350
XI .3.	Titanul (Ti) și aliajele sale cu valențe plastice	366
XI .4.	Alumiul (Al) și aliajele sale valențe plastice	374
Capitolul XII.	Viziuni și realizări personale în cheia modelării artistice a metalului și în dialogul cu alte materiale și tehnologii.	384
XII .1.	Crez și simbol în demersul artistic propriu	384
XII .2.	Sculpturi din inox, lucrări de sine stătătoare sau machete pentru viitoare monumente.	385
XII.2.1.	Ansamblul sculptural „ <i>Fântâna Urd</i> ”	385
XII.2.2.	„Nodo d’amore” (Love Connection).....	388
XII.2.3.	„Fiamma” (Flacăra).....	389
XII.2.4.	„Leda”	390
XII.2.5.	Demersul artistic între inspirație, soluții tehnice și inovație	391
XII .3.	Sculpturi monumentale în cadrul simpozioanelor internaționale.....	410
XII.3.1.	Rhino (2011) - dimensiuni: 550x330x220 cm, material: bronz	410
XII.3.2.	„The Star of Life / Steaua Vieții” (2012) - dimensiuni: 300x300x300 cm, material: ceară.	415
XII.3.3.	„Jale” (2014) - dimensiuni: 220x170x160 cm, material: bronz	419
XII.3.4.	„Falling Star / Stea Căzătoare” (2015) – dimensiuni: 700x600x400 cm, material: tablă neagră	422
XII.3.5.	„Wind Ballet / Baletul Vântului” (2015) - dimensiuni: 320x270x120cm, material: bronz	427
XII.3.6.	„Ecological Trophy” (2017) - dimensiuni: 370x340x120 cm, material: bronz.	429
XII.3.7.	„One Heart One Nation / O Inimă O Națiune” (2018) - dimensiuni 50x20x20 cm, material inox.	434
XII.3.8.	„War Tears” (2019) – dimensiuni: 470x120x90 cm, material: tablă neagră și inox.....	437
XII.3.9.	„Semne Țesute – Pomul Vieții (2020) – dimensiuni 550x125x125cm, material: inox	440
XII .4.	Monumente realizate în România	442
XII.4.1.	Monumentul „Omagiu” (2012-2013) - dimensiuni: 1100x600x600 cm, material: inox, rond Orizont, Buzău.....	442
XII.4.2.	Monumentul „Corneliu Coposu” (2017) - dimensiuni 200x200x90 cm, material bronz, Piața Corneliu Coposu, București	454
Concluzii:	.....	465
Bibliografie:	.....	471
Webografie:	.....	476
Listă Tabele:	.....	483
Lista ilustrațiilor cu surse:	.....	484

Cuvinte cheie:

Metal, Aliaj, Sculptură, Monument, Monumental, Urban, Decor urban, Plasticitate, Vocația plastică, Tehnologie, Proprietățile metalelor (fizice, chimice, tehnologice, mecanice, optice), Clasificarea metalelor, Evoluția prelucrării metalelor, Identitatea spațiului urban, Spectacol, Cinetism, Apă, Foc, Acustica metalelor, Aur, Argint, Cupru, Plumb, Staniu, Bronz, Fier, Fontă, Oțel, Inox, Corten, Zinc, Crom, Titan, Aluminiiu.

Introducere

„*Vocația plastică a metalului în decorul urban*” este o teză doctorală ce are în prim plan dezvoltarea pe larg a termenului „metal” și cu precădere a aspectelor sale plastice în utilizări artistice care se impun în spațiul urban.

La o primă analiză, metalul se înfățișează ca unul dintre elementele esențiale care a unit arta cu salturile tehnologice și evoluția umană. Prin acest tandem sau legătură intrinsecă putem observa încă de la începutul dezvoltării societății umane până în prezent, importanța pe care a avut-o descoperirea fiecărui metal în parte și a diverselor modalități de prelucrare și utilizare a acestora. Fiecare descoperire tehnologică care a vizat metalul, a determinat continuarea transformării societății, culturii și a creativității.

Orice revoluție științifică a produs un ecou aproape instant în structurile de exprimare plastică, fiecare aport nou tehnologic fiind preluat într-o formă sau alta de către artiști, uneori perfecționat sau redirectionat către alte aplicații pentru a corespunde exigențelor intuite de către aceștia. Majoritatea proprietăților metalelor au fost speculate, chiar și prin hibebe structurale s-au găsit întrebuințări în diferite exprimări plastice.

Prin această teză am sistematizat în linii mari un glosar al plasticităților și proprietăților metalelor, în raporturile dintre material și tehnologie, forma tridimensională și spațiul urban. O analiză care dezvoltă o imagine de ansamblu a felului cum influențează estetic diferitele materiale metalice, suprafețe, texturi și volume sculpturale, percepția asupra spațiului.

Provocarea pe care mi-am lansat-o prin această teză a fost să reușesc creionarea sub forma unui fir epic concludent, imaginea de ansamblu asupra materialelor metalice (denumite general „metal”) în raport cu alcătuirile plastice tridimensionale tradiționale și moderne. În edificarea acestui deziderat, soluția care a corespuns a fost urmărirea evoluției fiecărui metal în parte și a

salturilor tehnologice generate de acestea. Un fir logic temporal care surprinde rezonanța și impactul în zona artistică a materialelor metalice din momentul identificării și evoluția lor ulterioară prin prisma tehnologiei. Astfel pe măsura descoperirii metalelor și a perfecționării tehnologiilor, noile aliaje metalice au căpătat diverse calități devenind din ce în ce mai complexe, cu o mai mare duritate în raport cu masa, rezistente la acțiunile corozive ambientale, cu posibilități multiple de prelucrare și o gamă variată de plasticități.

În esență am creat această paralelă între evoluția tehnologică a fiecărui metal în parte și a ecoului resimțit în zona artei pentru a încadra tabloul complet al artei din metal.

În această cercetare am căutat să decodific datele de specialitate din jurul proprietăților metalelor și să le transcriu în noțiuni ușor de asimilat pentru cel interesat de paleta mare a variațiilor în care acestea se regăsesc.

Teza oferă o înțelegere în detaliu din punct de vedere științific a metalelor cu toate valențele lor, ce este imperios necesară oricărui artist care prelucrează metalul, pentru a intui zona de aplicabilitate, proprietățile și plasticitatea lor. Datele sunt completate cu o gamă largă de soluții tehnice și de prelucrare specifice fiecărui metal, cu metode inginerești și de logistică care evidențiază aspectele particulare care trasează drumul pragmatic de la concept la transpunere până la amplasare și integrare.

METALUL, sub aspectul vocației plastice și a capacității sale de prelucrare, asamblare și de interacțiuni cu alte materiale și mijloace de expresie, are de departe un neîndoielnic loc privilegiat. „*Vocația plastică a metalului în decorul urban*” este o cercetare canalizată asupra importanței și complexității în principal a sculpturii monumentale din metal dar și a elementelor artistice din metal aferente arhitecturii și mobilierului din spațiul urban.

Mi-am propus prin această teză să cartografiez temporal descoperirile și întrebuințările plastice de ordin monumental ale metalelor folosite din antichitate până în prezent, cu cele mai reprezentative monumente alcătuite preponderent din metal, detaliind rolul acestora prin viziunea plastică și inventivitatea artiștilor care le-au creat.

Sculpturile monumentale din metal sunt predispușe să confere în jurul lor un spectacol, în care privitorul este captat și invitat ca parte activă. Am considerat necesar un studiu al elementelor auxiliare care completează scenografia spațiului urban în tandem cu sculptura din metal, precum:

apa, focul, mișcarea, rezonanța-sunetul, echilibrul-balansul în raport cu gravitația, lumina-culoarea, magnetismul, ... aproape orice poate fi speculat pentru acapararea atenției receptorului uman. De evidențiat cum aceste elemente ajută la integrarea activă a spectatorului, integrarea de ordin contemplativ, emoțional și participativ.

În lipsa unei literaturi de specialitate ușor accesibilă care să dezvolte imaginea de ansamblu a metalului în raport cu structurile monumentale, am considerat oportună dezvoltarea pe larg a acestui subiect. Exemplele pe care le-am găsit în documentarea parcursă, dezvoltă punctual doar anumite metale în contextul artistic, iar în majoritate cărților tehnice, care prezintă extins proprietățile metalelor sau metodele de prelucrare, nu se aduc în discuție aspectele plastice.

Motivația realizării acestei cercetări a fost necesitatea de a avea un studiu aplicat care să facă paralela între capacitatea materialelor metalice de a se metamorfoza sub bagheta tehnologiei și amprenta artistică a diverselor concepte sculpturale. Necesitatea întocmirii unei culegeri a aliajelor metalice care pot fi folosite în arta urbană, care să cuprindă noțiuni cu caracter științific, selectate și prezentate pentru a servi ca bază teoretică pentru cei care prelucrează artistic metalul.

Prezentare sintetică a capitolelor tezei de doctorat

Teza „*Vocația plastică a metalului în decorul urban*” este structurată în douăsprezece capitole unde am expus din punct de vedere științific, tehnologic, istoric și plastic, paleta materialelor metalice în contextul spațiului urban și a sculpturii monumentale. Pe parcursul acestor capitole am evidențiat rolul esențial al metalului ca material constitutiv al ambientării și amprentării identității spațiului urban.

Capitolul I, intitulat „Dezvoltarea Titlului – *Vocația plastică a metalului în decorul urban*” are rolul de a clarifica și dezvolta explicativ cuvintele cheie și valențele pe care le au în această formulă. Sintagmele „*vocația plastică*” și „*decorul urban*” deși au o arie largă de percepție semantică, în contextul titlului au rolul de a canaliza zona de manifestare a plasticităților metalului. Definierea și apologia metalului au ca reper obiectul artistic de ordin monumental ce se încadrează în spațiul urban. Metalul ca imagine de ansamblu a acestei cercetări este asimilat sculpturii monumentale sau a diferitelor elemente artistice realizate din metal ce împodobesc peisajul citadin.

Metalul însumează ca termen generic toate materialele metalice cu aplicații versatile, rezistente și pretabile pentru sculpturi monumentale și instalații artistice durabile, mobilier urban

sau elemente arhitecturale. Capacitatea acestor materiale de a se metamorfoza în infinite compoziții artistice se datorează în principal evoluției tehnologice permanente și a intuiției artiștilor de a le folosi în creație. Sub amprenta metalului și a ingeniozității umane spațiul urban este într-o perpetuă redefinire.

Capitolul al II-lea „Pledoarie pentru Metal” prezintă un discurs care întregește argumentarea alegerii metalului ca element principal al tezei, prin elaborarea unui scurt istoric în paralel cu dezvoltarea metalurgică. Iar pentru a completa imaginea metalelor în succesiunea istorică am trecut în revistă principalele idei și informații din literatura antică până în secolul al XVI-lea, continuând cu procesele metalurgice menționate în literatura de specialitate după apariția tiparului până în secolul al XIX-lea. Pledoaria pentru metal în esență devine o pledoarie pentru aliajele metalice, unde printr-un calcul elementar devii conștient de infinitatea tipurilor de aliaje ce se pot crea și de varietățile proprietăților pe care acestea le pot căpăta.

În **capitolul al III-lea** „Elemente din metal care completează spațiul urban” sunt exemplificate cele trei direcții de cercetare ale metalului în alcătuirii funcționale și estetice precum: monumentele și sculptura monumentală, mobilierul urban și elementele arhitecturale.

Capitolul IV. „Rolul sculpturii urbane în a modela identitatea spațiului contemporan” cuprinde o sinteză analitică asupra unghiurilor de percepție ale mesajului artistic și a rolului pe care îl joacă sculptura monumentală ținând cont de evoluția în timp a tehnologiei, funcției și a formei estetice. În acest capitol este evidențiat rolul vizual major pe care sculptura urbană îl are pentru a induce semnificație și identitate unui spațiu urban. Ca studiu de caz am ales să trec în revistă lucrarea „*Tilted Arc*” realizată în 1981 de Richard Serra, care a dat naștere celei mai mari controversă din „istoria dreptului artei moderne”, ca exemplu al disonanței ce poate exista între viziunea artistului și a publicului care își revendică același spațiu.

Analiza este completată în **capitolul al V-lea** cu „Factorii care au influențat dezvoltarea și metamorfoza monumentelor în timp” sub aspectele: mecenat versus comanditar, universalitatea preocupărilor versus supraspecializare, timpul căutării virtuozității sculpturale versus timpul de producție cu ajutorul tehnologiei, sculptură comemorativă și decorativă versus sculptură urbană

(ca o contribuție estetică pentru domeniul public), semnificație inițială versus metamorfoză simbolică în funcție de evenimentele istorice.

Am considerat necesar să identific pe lângă elemente antagonice și un simbol care s-a perpetuat nealterat de-a lungul istoriei. Acest element sculptural din metal care s-a perpetuat la nivel conceptual și vizual aproape similar din antichitate până în prezent, l-am identificat în numeroase exemple sub formă de cvadrigă (carul antic tras de patru cai înhămați paralel).

Capitolul VI. „Sculptura monumentală din metal și tendințele de reînnoire” aduce în discuție versatilitatea metalului în construcții spațiale și posibilitatea relaționării cu elemente auxiliare pentru a spori spectacolul vizual. Evoluția artistică are ca suport condiția receptorului uman la care este imperios necesar să se adapteze, de aceea metalul este suportul cel mai propice pentru sculptura spectacol, unde prin stimuli noi este capabil să răspundă sensibilității tocite sau mentalității noi a spectatorului actual. Am adus în discuție posibilitățile oferite de noile tehnologii în a interveni de la distanță asupra unui ansamblu sculptural, din punct de vedere cromatic și compozițional, cinetic, luminos sau sonor; și cum rezonanța contemplativă sau interactivă între artist și public poate genera o mare diversitate de forme și evenimente artistice multimedia și transculturale.

Pentru a sublinia aportul indispensabil al tehnologiei de prelucrare a materialelor metalice, de calcul și de proiectare asistată de calculator am ales ca studiu de caz sculptura urbană „*Cloud Gate*” realizată de Anish Kapoor. Exemplele de construcții de monumente alese pe parcursul întregii teze au menirea de a elucida în primul rând tehnicile de prelucrare folosite, istoricul motivației, resorturile umane și financiare și nu în ultimul rând logistica care a stat în spatele fiecărei realizări monumentale.

Capitolul al VII-lea analizează punctual cu exemple concrete „Compilațiile formelor artistice din metal cu alte elemente – generatoare de spectacol” precum: apa, focul, lumina, culoarea, mișcarea, echilibrul, balansul, gravitația, jocul, energia, sunetul, textura ... aproape orice poate fi perceput cu simțurile umane.

Am expus predispoziția metalului de a crea spectacol prin cinetism generat de vânt, apă sau diverse mecanisme electrice, având ca exemple sculpturile monumentale ale sculptorilor: Alexander Calder, Naum Gabo, Jean Tinguely, David Černý sau Bill Burgess.

O gamă aparte a sculpturii monumentale este dedicată sunetelor și muzicii, datorită acusticii metalului. Ineditul acestor sculpturi și instalații din metal cu funcție de instrumente muzicale, este că pot genera armonii atât prin intervenție umană cât și cu ajutorul mișcării naturale a apei sau a vântului. Hidraulofonul, *Blackpool High Tide Organ (Blackpool - Marea Orgă)*, „*Aeolus - Acoustic Wind Pavilion*”, „*The Singing Ringing Tree*” (*Arborele care cântă*), „*Federation Bells*” sunt câteva exemple care deschid orizontul înțelegerii infinitelor posibilități pe care metalul le are în această zonă.

Focul este un alt element care poate fi regăsit în diverse ansambluri monumentale din metal. Ca generator de spectacol în compilație cu apa în cadrul fântânii „*La Joute*” de Jean-Paul Riopelle, ca element imprevizibil în cadrul instalației „*Elia*” de Ingvar Cronhammar, sau simbolic în cadrul vaselor Olimpice.

Capitolul al VIII-lea „Metalele în cadrul Tabelului Periodic al Elementelor” crează o imagine de ansamblu asupra elementelor chimice, în speță asupra metalelor. Prin diferite clasificări în funcție de configurarea electronică și grupe, după structura cristalină, alotropie și răspândire, putem înțelege ponderea, importanța și formele în care se regăsesc metalele din jurul nostru.

În **capitolul al IX-lea** „Clasificarea proprietăților materialelor metalice” am detaliat proprietățile fizice, chimice, magnetice, mecanice și de prelucrabilitate a metalelor cu scopul de a sintetiza cunoaștințe de bază despre metale și cum toate aceste proprietăți pot fi speculate în crearea de valențe plastice.

Majoritatea proprietăților indiferent de natura lor au putut fi valorificate în diferite tehnici și abordări artistice. Dacă aducem în discuție densitatea metalelor observăm cum Calder în sculpturile sale mobile a folosit diferite tipuri de metale pentru a oferi contrabalansări spectaculoase. Dacă vorbim de proprietățile electrice observăm cum sculptura *Electrum* a lui Eric Orr sub forma unei bobine tesla oferă un unic spectacol vizual de fulgere sau cum această proprietate este elementul cheie în procesul de electroliză cu ramificațiile sale plastice (galvanoplastia și galvanostegia).

În ceea ce privește proprietățile chimice am ales exemple de sculpturi și utilizări care au în prim plan rezistența la coroziune și patinarea metalelor, factorii esențiali luați în considerare în alegerea tipului de metal ce urmează a fi expus timp îndelungat la exterior.

Proprietățile mecanice, optice, tehnologice toate pledează convingător în numeroase exemple pentru aportul esențial al metalului la performanțele sculpturii.

Turnabilitatea, deformarea plastică (prin laminare, trefilare, extrudare și forjare), sudabilitatea, asamblările metalice, debitarea, finisajul suprafețelor sunt doar câteva exemple de subiecte dezvoltate într-un mod succint dar cuprinzător, pentru a avea o minimă imagine asupra orizontului larg de prelucrare a metalului.

Pentru a înțelege evoluția artei din metal am considerat oportun abordarea cronologică a fiecărui metal în parte, începând în *capitolul X* cu cele șapte metale antice: Aurul (6000 a. Chr), Cuprul (4200 a. Chr), Argintul (4000 a. Chr), Plumbul (3500 a. Chr), Staniul (3500 a. Chr), Fierul - topit (1500 a. Chr), Mercurul (750 a. Chr) și continuând în capitolul al XI-lea cu metalele a căror descoperire a contribuit major la evoluția tehnologică și plastică: Zincul (1746), Titanul (1791), Cromul (1797) și Aluminiul (1824). Pentru majoritatea metalelor menționate cu aliajele lor am ales ca și corespondent cel puțin un exemplu de sculptură monumentală sau element arhitectural care să evidențieze unicitatea fiecărui tip de metal și plasticitățile pe care acestea le pot avea în diferite alcătuirii tridimensionale.

În *capitolul al XII-lea* „Viziuni și realizări personale în cheia modelării artistice a metalului și în dialogul cu alte materiale și tehnologii”, am expus resorturile interioare care stau la baza demersului artistic propriu, descriind în detaliu conceptele, simbolurile, sursele de inspirație, abordările tehnice și plastice ale parcursului meu creativ în relația cu metalul.

Eclectismul pe care îl invoc în modelarea materialului metalic, indiferent că vorbim de lucrări de mici dimensiuni sau de lucrări monumentale, abstracte sau figurative, este rezultatul unui proces de sinteză, de extragere a unor însușiri din lumea reală prin filtrul propriei sensibilități și de transpunere prin mijloace tehnice bine stăpânite în concret.

Acest ultim capitol poate fi considerat partea contributivă, originală prin prisma propriei experiențe cu metalul. Aici am detaliat suportul conceptual, demersul tehnic și logistic, pe alocuri inovativ în transpunerea propriilor sculpturi monumentale, informații care pot deveni utile celor care doresc să cunoască opțiunile și etapele de modelare plastică a metalului.

Concluzii:

În raport cu metalul, tehnicile evoluează continuu, motiv pentru care consider absolut necesar ca un artist plastic ce utilizează acest material, să fie în continuă legătură cu noile tehnologii și informații. Noutăți care se vor adăuga neconținut la un bagaj deja existent. Atât tehnicile tradiționale cât și tehnologiile noi de prelucrare a metalului sunt necesare pentru înțelegerea în profunzime a capacității acestuia de a fi exploatat și explorat plastic.

Secretele în prelucrarea metalului și inovare survin în mare parte din relația directă cu materialul; plasticități pe care le descoperi și aptitudini pe care le capeți lucrând palpabil cu materialul, acesta șoptindu-ți forma, textura cu care conceptul se poate materializa.

Investigația pe care teza se dezvoltă, trasează indirect salturile științifice, urmărind evoluția fiecărui metal în parte și impactul în artă, cum metalele și aliajele folosite au evoluat în continuu, prin prisma tehnologiei de extracție sau de prelucrare precum și în combinații cu alte materiale noi.

La sculpturile moderne din metal observăm ușurința cu care acestea se manifestă în spațiul deschis, cum diferitele tipuri de metale din care acestea sunt constituite se încadrează perfect în spațiul urban. Datorită calității materialelor metalice, sculptura urbană se poate dezvolta în compoziții de mari dimensiuni, articulate, cu atribuții contemplative sau interactive.

Întotdeauna esențial în realizarea unui monument au fost: proporția dintre acesta și spațiul urban pentru care a fost conceput, aportul estetic și valoarea identitară. Un raport scenografic echilibrat între dimensiuni, poziționare, concept, realizare plastică, spectaculozitate și materialitate.

Sculptura urbană este o componentă principală a orașului care se comportă ca un punct focal al desfășurării urbanistice. Spectatorul care privește de la distanță un monument are ocazia să perceapă unitatea și coeziunea unui spațiu urban și să-l crediteze cu o anumită valoare simbolică în funcție de cum rezonază afectiv și estetic.

Sculptura monumentală poate fi considerată și un instrument de control social inducând în subconștientul mentalului colectiv anumite idei: de identitate și conștientizare a propriei istorii, de admirație față de unele fapte eroice sau de supunere față de o clasă conducătoare.

În secolul al XX-lea, prin fenomenul de desființare a limitelor artistice, unde orice este posibil dacă este susținut conceptual și poate fi creat cu ajutorul tehnologiei, sculptura

monumentală urbană a suferit o metamorfoză și din punctul de vedere a funcției, având de îndeplinit mai mult un rol decorativ, conceptual-estetic, de agrement sau funcțional, accesibil tuturor cetățenilor. Pentru epoca modernă a metalului, când acesta a început să-și etaleze indubitabil proprietățile tehnice și plastice în sfera construcțiilor spațiale, un reper marcant este Tunul Eiffel.

În concurența acerbă cu ceilalți stimuli urbanistici (ex. panouri publicitare) pentru întâietate vizuală, sculptura și arta urbană sunt obligate să își reconfigureze parametrii, să devină mai interesante și interactive pentru a captiva atenția și a suscita interesul noii generații de consumatori de artă. Sculptura publică este natural să se schimbe, să evolueze, să se îndepărteze de stilul static orientându-se spre cel dinamic, dezvoltat la intersecția între tehnologie, artă, interacțiune și comunicare.

În consecință materialele metalice datorită multiplelor proprietăți, reprezintă soluția pentru o artă publică dinamică și interactivă, care transcende culturi, religii și teritorii. Lucrarea „*Vocația plastică a metalului în decorul urban*” este o teză ce aduce în discuție importanța și complexitatea sculpturii monumentale din metal în cadrul urban, căutând să evidențieze fiecare tip de metal cu valențele sale plastice.

Key words:

Metal, Alloys, Sculpture, Monument, Monumental, Urban, Urban Décor, Plasticity, Plastic Vocation, Technology, Properties of Metals (Physical, Chemical, Technological, Mechanical, Mechanical, Optical), Metal Classification, Evolution of Metal Processing, Urban Space Identity, Show, Water, Fire, Metal Acoustics, Gold, Silver, Copper, Lead, Tin, Bronze, Iron, Cast Iron, Steel, Stainless Steel, Corten, Zinc, Chromium, Titanium, Aluminum.

Introduction

"The plastic vocation of metal in the urban setting" is a doctoral thesis that has in the foreground the development of the term "metal" and especially of its plastic aspects in artistic uses that are required in the urban space.

On a first analysis, metal portrays itself as one of the essential elements that united art with technological leaps and human evolution. Through this tandem or intrinsic link we can observe from the very beginning of the development of the human society until now, the importance that the discovery of each metal and of the various ways of processing and using them had. Every technological breakthrough that targeted metal, determined the further transformation of society, culture and creativity.

Any scientific revolution has produced an almost instant echo in the structures of plastic expression, each new technological contribution being taken over in one form or another by the artists, sometimes perfected or redirected to other applications to meet the requirements intuited by them. Most of the properties of metals have been speculated, even through structural hibes have found uses in various plastic expressions.

Through this thesis I have systematized in general a glossary of plasticities and metal properties, in the relations between material and technology, three-dimensional shape and urban space. An analysis that develops an overview of how the different metallic materials, surfaces, textures and sculptural volumes, the perception of space influence aesthetically.

The challenge I have set with this thesis was to succeed in drawing in the form of a conclusive epic thread, the overall image of metallic materials (generally called "metal") in relation to traditional and modern three-dimensional plastic compositions. In building this desideratum, the corresponding solution was to follow the evolution of each metal and the technological leaps

generated by them. A temporal logical thread that captures the resonance and impact in the artistic area of metallic materials from the moment of identification and their subsequent evolution through the prism of technology. Thus, as metals were discovered and technologies improved, the new metal alloys acquired various qualities that became more and more complex, with a higher hardness in relation to the mass, resistant to environmental corrosive actions, with multiple processing possibilities and a wide range of plasticities.

In a nutshell, I created this parallel between the technological evolution of each metal and the echo felt in the area of art to frame the complete picture of metal art.

In this research I sought to decode the specialized data around the properties of metals and to transcribe them into notions easy to assimilate for those interested in the wide range of variations in which they are found.

The thesis offers a detailed understanding from a scientific point of view of metals with all their valences, which is absolutely necessary for any artist who processes metal, in order to intuit their area of applicability, properties and plasticity. The data is complemented by a wide range of technical and processing solutions specific to each metal, with engineering and logistics methods that highlight the particular aspects that chart the pragmatic path from concept to transposition to location and integration.

The METAL in terms of its plastic vocation and its ability to process, assemble and interact with other materials and ways of expression, has by far an undoubted privileged place. "The plastic vocation of metal in the urban decor" is a research focused on the importance and complexity mainly of monumental metal sculpture, but also of artistic the metal elements related to architecture and furniture in urban space.

Through this thesis I set out to temporarily map the discoveries and monumental plastic uses of metals used from antiquity to the present, with the most representative monuments made mainly of metal, detailing their role through the plastic vision and inventiveness of the artists who created them.

Monumental metal sculptures are made to entertain around them, in which the viewer is captured and invited as an active part. I considered necessary a study of the auxiliary elements that complete the scenography of the urban space together with the metal sculpture, such as: water,

fire, movement, resonance-sound, balance-balance in relation to gravity, light-color, magnetism, ... almost anything can be speculated to grab the attention of the human receiver. It should be highlighted how these elements help the active integration of the spectator, the contemplative, emotional and participatory integration.

In the absence of an easily accessible specialized literature that would develop the overall image of the metal in relation to the monumental structures, I considered useful the wide development of this subject. The examples I found in the documentation, only occasionally develop certain metals in the artistic context and in most technical books, which present extensive metal properties or processing methods, the plastic aspects are not discussed.

The motivation of writing this research was given by the need to have an applied study to draw a parallel between the ability of metallic materials to metamorphose through technology and the artistic mark of various sculptural concepts. The need to compile a collection of other metals that can be used in urban art, which includes scientific means, selected and presented to serve as a theoretical basis for those who process the artistic metal.

Synthetic presentation in the chapters of the doctoral thesis

The thesis "The plastic vocation of metal in the urban decor" is structured in twelve chapters where I have exposed from a scientific, technological, historical and plastic point of view, the categories of metallic materials in the context of the urban space and monumental sculpture. During these chapters I highlighted the essential role of metal as a constituent material of the setting and imprint of the identity of the urban space.

Chapter I. entitled "The Title Development - *The plastic vocation of metal in the urban decor*" has the role of clarifying and explaining the key words and valences they have in this formula. The phrases "plastic vocation" and "urban decor", although they have a wide area of semantic perception, in the context of the title have the role of channeling the area of manifestation of metal plasticities. The definition and apology of metal have as a landmark the monumental artistic object that falls within the urban space. Metal as an overview of this research is assimilated to monumental sculpture or various artistic elements made of metal that adorn the cityscape.

The metal sums up as a generic term all metallic materials with versatile, resistant and suitable applications for monumental sculptures and durable artistic installations, urban furniture

or architectural elements. The ability of these materials to metamorphose into infinite artistic compositions is mainly due to the permanent technological evolution and the intuition of artists to use them in creation. Under the imprint of metal and human ingenuity, the urban space is in a continuous redefinition.

Chapter II "Pleading for Metal" presents a speech that completes the argument for choosing metal as the main element of the thesis, by developing a short history in parallel with metallurgical development. In order to complete the image of metals in historical succession I reviewed the main ideas and information from ancient literature until the sixteenth century, continuing with the metallurgical processes mentioned in the literature after the appearance of printing until the nineteenth century. The plea for metal in essence becomes a plea for metal alloys, where through an elementary calculation you become aware of the infinity of the types of alloys that can be created and the varieties of properties that they can acquire.

In the third chapter "Metal elements that complete the urban space" are exemplified the three directions of metal research in functional and aesthetic compositions such as: monuments and monumental sculpture, urban furniture and architectural elements.

Chapter IV. "The role of urban sculpture in shaping the identity of the contemporary space" includes an analytical synthesis on the angles of perception of the artistic message and the role of monumental sculpture taking into account the evolution over time of technology, function and aesthetic form. This chapter highlights the major visual role that urban sculpture has to induce meaning and identity of an urban space. As a case study I chose to review the work "Tilted Arc" written in 1981 by Richard Serra, which gave rise to the greatest controversy in the "history of modern art law", as an example of the dissonance that may exist between the artist's vision and the public claiming the same space.

The analysis is completed in *Chapter V* with "*Factors that influenced the development and metamorphosis of monuments over time*" in terms of: patronage versus sponsorship, universality of concerns versus overspecialization, time to seek sculptural virtuosity versus time of production using technology, commemorative and decorative sculpture versus urban sculpture (as an aesthetic contribution to the public domain), initial significance versus symbolic metamorphosis depending on historical events.

I considered it necessary to identify, in addition to antagonistic elements, a symbol that has been perpetuated unaltered throughout history. This sculptural element made of metal that has been perpetuated at a conceptual and visual level almost similar from antiquity to the present, I have identified in numerous examples in the form of a quadriga (the ancient chariot pulled by four horses harnessed in parallel).

Chapter VI. "Monumental metal sculpture and renewal trends" brings into attention the versatility of metal in spatial constructions and the possibility of relating to auxiliary elements to enhance the visual spectacle. Artistic evolution is supported by the condition of the human receptor to which it is imperative to adapt, so metal is the most suitable support for show sculpture, where through new impulses is able to respond to the dull sensitivity or new mentality of the current viewer. I presented the possibilities offered by new technologies in acting remotely on a sculptural ensemble, from a chromatic and compositional point of view, kinetic, luminous or sonorous; and how contemplative or interactive resonance between artist and audience can generate a great diversity of multimedia and cross-cultural artistic forms and events.

In order to emphasize the indispensable contribution of the metallic materials processing, calculation and computer-aided design technology, I chose as a case study the urban sculpture "Cloud Gate" made by Anish Kapoor. The examples of monument constructions chosen throughout the thesis are meant to elucidate first of all the processing techniques used, the history of motivation, human and financial resources and last but not least the logistics that stood behind each monumental achievement.

Chapter VII analyzes punctually with concrete examples "*Compilations of metal art forms with other elements - generators of performance*" such as: water, fire, light, color, movement, balance, gravity, play, energy, sound, texture. .. almost anything can be perceived by the human senses.

I exposed the predisposition of metal to create spectacle through kinetics generated by wind, water or various electrical mechanisms, having as examples the monumental sculptures of sculptors: Alexander Calder, Naum Gabo, Jean Tinguely, David Černý or Bill Burgess.

A special range of monumental sculpture is dedicated to sounds and music, due to the acoustics of metal. The novelty of these sculptures and metal installations with the function of

musical instruments is that they can generate harmonies both through human intervention and with the help of the natural movement of water or wind. The hydrophone, Blackpool High Tide Organ, Aeolus - Acoustic Wind Pavilion, The Singing Ringing Tree, Federation Bells are some examples that open the horizon of understanding the infinite possibilities that metal has in this area.

Fire is another element that can be found in various monumental metal ensembles. As a generator of a show in compilation with water in the "La Joute" fountain by Jean-Paul Riopelle, as an unpredictable element in the installation "Elia" by Ingvar Cronhammar, or symbolically in the Olympic vessels.

Chapter VIII "Metals in the Periodic Table of the Elements" creates an overview of the chemical elements, in this case the metals. By different classifications according to the electronic configuration and groups, according to the crystalline structure, allotropy and scattering, we can understand the weight, importance and shapes in which the metals around us are found.

In *Chapter IX "Classification of the properties of metallic materials"* I detailed the physical, chemical, magnetic, mechanical and machinability properties of metals in order to synthesize basic knowledge about metals and how all these properties can be speculated in the creation of plastic valences.

Most of the properties, regardless of their nature, could be used in different artistic techniques and approaches. If we discuss the density of metals we notice how Calder in his mobile sculptures used different types of metals to offer spectacular counterbalances. If we talk about the electrical properties we notice how Eric Orr's Electrum sculpture in the form of a tesla coil offers a unique visual spectacle of lightning or how this property is the key element in the electrolysis process with its plastic branches (electroplating).

Regarding the chemical properties, I chose examples of sculptures and uses that focus on corrosion resistance and metal patination, the essential factors taken into account in choosing the type of metal to be exposed for a long time outside.

The mechanical, optical, technological properties all convincingly plead in numerous examples for the essential contribution of the metal to the performances of the sculpture.

Castability, plastic deformation (by rolling, drawing, extrusion and forging), weldability, metal assemblies, cutting, surface finishing are just a few examples of topics developed in a concise but comprehensive way to have a minimal picture of the wide processing horizon of metal.

In order to understand the evolution of metal art, I considered opportune the chronological approach of each metal, starting in *chapter X* with the seven ancient metals: Gold (6000 BC), Copper (4200 BC), Silver (4000 BC), Lead (3500 BC), Tin (3500 BC), Cast iron (1500 BC), Mercury (750 BC) and continuing in the *chapter XI* with the metals whose discovery contributed major in technological and plastic evolution: Zinc (1746), Titanium (1791), Chromium (1797) and Aluminum (1824). For most of the metals mentioned with their alloys, I have chosen as a correspondent at least one example of monumental sculpture or architectural element that highlights the uniqueness of each type of metal and the plasticities that they can have in different three-dimensional compositions.

In the *chapter XII "Visions and personal achievements in the key of artistic modeling of metal and in dialogue with other materials and technologies"*, I exposed the inner springs that underlie my own artistic approach, describing in detail the concepts, symbols, sources of inspiration, the technical and plastic approaches of my creative path in relation to metal.

The eclecticism I evoke in modeling metallic material, whether we are talking about small works or monumental works, abstract or figurative, is the result of a process of synthesis, extraction of features from the real world through the filter of my own sensitivity and transposition through well-mastered technical means.

This last chapter can be considered the contributing part, original in the light of my own experience with metal. Here I detailed the conceptual support, the technical and logistical approach, sometimes innovative in the transposition of my own monumental sculptures, information that can become useful to those who want to know the options and stages of plastic modeling of metal.

Conclusions:

In relation to metal, the techniques are constantly evolving, which is why I consider it absolutely necessary for a plastic artist who uses this material to be in constant contact with new technologies and information. News that will be constantly added to an existing database. Both traditional techniques and new metalworking technologies are necessary for an in-depth understanding of its ability to be exploited and explored plastically.

Secrets in metalworking and innovation arise largely from the direct relationship with the material; plasticities that you discover and skills that you acquire by working tangible with the material, this whispering the shape, the texture with which the concept can be materialized.

The investigation on which the thesis develops, indirectly marks the scientific leaps, following the evolution of each metal and the impact on art, how the metals and alloys used have evolved continuously, in terms of extraction or processing technology and in combination with other new materials.

In modern metal sculptures we notice the ease with which they manifest in the open space, how the different types of metals of which they are made fit perfectly into the urban space. Due to the quality of the metallic materials, the urban sculpture can be developed in large, articulated compositions, with contemplative or interactive attributions.

Always essential in the realization of a monument were: the proportion between it and the urban space for which it was designed, the aesthetic contribution and the identity value. A scenographic relationship balanced between dimensions, positioning, concept, plastic realization, spectacularity and materiality.

Urban sculpture is a main component of the city that behaves as a focal point of urban development. The spectator who looks at a monument from a distance has the opportunity to perceive the unity and cohesion of an urban space and to credit it with a certain symbolic value depending on how it resonates emotionally and aesthetically.

Monumental sculpture can also be considered an instrument of social control, inducing in the subconscious of the collective mind certain ideas: of identity and awareness of one's own history, of admiration for some heroic deeds or of submission to a ruling class.

In the twentieth century, through the phenomenon of abolishing artistic boundaries, where anything is possible if it is conceptually supported and can be created with the help of technology,

urban monumental sculpture has undergone a metamorphosis in terms of function, having to fulfill more much a decorative, conceptual-aesthetic, recreational or functional role, accessible to all citizens. For the modern age of metal, when it began to undoubtedly display its technical and plastic properties in the field of space construction, a landmark is the Eiffel Tower.

In fierce competition with other urban impulses (eg. billboards) for visual primacy, sculpture and urban art are forced to reconfigure their parameters, become more interesting and interactive to capture attention and arouse the interest of the new generation of art consumers. Public sculpture is natural to change, to evolve, to move away from the static style orienting towards the dynamic one, developed at the intersection between technology, art, interaction and communication.

Consequently, metallic materials due to their multiple properties, represent the solution for a dynamic and interactive public art, which transcends cultures, religions and territories. The work "The plastic vocation of metal in the urban decor" is a thesis that reveals the importance and complexity of monumental metal sculpture in urban areas, seeking to highlight each type of metal with its plastic values.

Bibliografie:

- Alexandru, Adrian . *Metalurgie Fizică*. Iași: Editura Tehnopress, 2005.
- Alexandru, Ioan, Radu Popovici, și Maria Baciuc. *Știința Materialelor Metalice*. București: Editura Didactică și Pedagogică, R.A., 1996.
- Alley, Ronald . *Catalogul colecției de artă modernă a Galeriei Tate, altele decât lucrările artiștilor britanici*. Londra: Galeria Tate și Sotheby Parke-Bernet, 1981.
- Anantharaman, T. R. . *The Iron Pillar at Delhi*. New Delhi: Metal & Alloys Group, National Physical Laboratory, 1995.
- . *The Rustless Wonder: A study of the Iron Pillar at Delhi*. New Delhi: Vigyan Prasar, 1996.
- Avner, Sidney H. *Introduction To Physical Metallurgy*. Singapore: McGraw-Hill , 1964.
- Ayyash, Dima. *The Brandenburg Gates: Unity, Division, and Reinvented Tradition in Post-Wall Berlin*. Berlin: Master in City Planning at the MASSACHUSETTS INSTITUTE OF TECHNOLOGY, 2013.
- Bădărău, Gheorghe. *Proprietățile Materialelor Metalice*. 2007.
- Balasubramaniam, R. . *Story of The Delhi Iron Pillar*. New Delhi: Foundation Books Pvt. Ltd, 2005.
- Barba, Alvaro Alonso. *Arte de los metales, en que se ensena el vedadero beneficio de los oro, y plata por acoque. El modo de fundirlos todos, y como se han de refinar, y apartar unos de otros*. Imprenta del Reyno, 1640.
- Barcio, Phillip. *Why Was Richard Serra's Tilted Arc So Controversial?* 31 Mai 2019. <https://www.ideelart.com/magazine/why-was-richard-serra-s-tilted-arc-so-controversial> (accesat Martie 11, 2021).
- Bedini, Silvano A. *The Pope's Elephant, Cap. V „The Ill-Fated Rhinoceros”*. Manchester: Carcanet Press, 1997.
- Beech, Rick . *80 Best-Ever Projects ORIGAMI*. Wigston: Hermes House, 2011.
- Benvenuto, Cellini, și traducere John Addington Symonds. *Memoirs of Benvenuto Cellini*. New York: Ed. D. Appleton and Company, 1904.
- Biringucci, Vannuccio. *De la Pirotehnica libri X*. Venetia, 1540.
- Bolunduț, Ioan Lucian. *Știința și Ingineria Materialelor*. Chișinău: Editura Tehnică-Info, 2010.
- Brownell, Blaine . *Liquid Architecture*. 2006. https://www.academia.edu/43408826/Liquid_Architecture (accesat Apr. 05, 2021).
- Buck, D. M. . *Copper in Steel – The influence on corrosion*. J. Ind. Eng. Chem., 1913.
- Burcă, Mircea, și Stelian Negoiteșcu. *Sudarea MIG/MAG, ed. a II-a*. Timișoara: Editura Sudura, 2004.
- Burn, Guy . *ArtReview „From the archive: Takis at Signals, London”*. 16 Aug. 2019. <https://artreview.com/archive-28-nov-1964-takis-at-signals/> (accesat Mai 03, 2012).
- Bush, Douglas Earl, și Kassel Richard. *The Organ: An Encyclopedia*. New York: Routledge Taylor & Francis Group, 2006.

- Bustamante, Jose Antonio Perez. *Historical aspects on Mystics and Metaphysics of Metals*. University of Cadiz, 2002.
- Callister, Jr., William D. . *Materials Science and Engineering*. John Wiley & Sons, Inc., 2007.
- Campi, Isabel. *Monografica.org „Objetos al servicio del fuego sagrado”*. Dec. 2012.
<http://www.monografica.org/Proyectos/8885> (accesat Apr. 16, 2021).
- Carcea, Ioan, și Matei Gherghe. *Aliaje Neferoase de Turnătorie*. 2012.
- Cassin, Barbara, Emily Apter, Jacques Lezra, și Michael Wood. *Dictionary of Untranslatables: A Philosophical Lexicon*. New Jersey: Princeton University Press, 2014.
- Chircor, Mihael, Remus Zagan, și Greti Chițu. *Elementele Fundamentale de Tehnologia Materialelor*. Constanța: Editura Ex Ponto , 2005.
- Choay, Françoise. *Alegoria Patrimoniului*. București: Editura Simetria, 1998.
- Ciocîrlea-Vasilescu, Aurel , și Mariana Constantin. *Asamblări Mecanice*. București: Editura CD PRESS, 2007.
- Cirla, Piero Emanuele , și Andrea Filipponi. *Rivestimenti Superficiali*. Cremona: Edizioni CIMAL, 2005.
- Clarke, Carl Dame. *Metal Casting of Sculpture*. Butler: The Standard Arts Press, , 1948.
- Cretu, Cristian , și Elma van der Lingen,. „Coloured Gold Alloys.” *Gold Bulletin*,, 1999.
- Cronstedt, Axel Fredrik. *Forsok til Mineralogie, eller Mineralrikets upstallning*. Stockholm, 1758.
- Dokras, Uday , și Srishti Dokras. *The Art & Architecture of The Golden Temple complex, Amritsar – Collection o Essays*,. First Edition , 2021.
- Dyke, Shawn Van . *The History of Wrought and Cast Iron*. Knoxville: University of Tennessee, 2004.
- Earle R. Caley, John F. C. Richards. *Theophrastus on Stone: Introduction, Greek Text, English Translation*. 1956: The Ohio State University, fără an.
- Eiffel, Gustave. *La tour de Trois Cents Metres*. Paris: Societe des Imprimeries Lemercier, 1900.
- Elphick , George. *The Craft of the Bell – Founder*. Phillimore: Great Britain, 1988.
- Eluerd, Roland. *Les mots du fer et des Lumières*. Paris: Honoré Champion, 1993.
- Emsley, John . *Nature's building blocks: an A-Z guide to the elements*. Oxford: Oxford University Press, 2001.
- Flachat, Eugène, Alexis Barrault, și Jules Petiet . *Traité de la fabrication du fer et de la fonte envisagée sous les rapports chimique, mécanique et commercial*. Paris, 1842.
- Garcia, Myles A. . „Behind the Scenes with the Rio 2016 Cauldron.” <http://isoh.org/>. 2017. <http://isoh.org/wp-content/uploads/2019/02/340.pdf> (accesat Apr. 23, 2021).
- Georgescu, Emil Sever . „Ingineria Coloanei Infinite de la forma dată de Constantin Brâncuși la sctructura inovativă realizată de inginerul Ștefan Georgescu-Gorjan.” *Buletinul AGIR nr. 1*, 2019.
- Georgescu-Gorjan, Sorana. *Istoria Coloanei Infinite*. Deva: Editura Destin, 2001.
- Geraldine A. Johnson. *Renaissance Art – A Very Short Introduction*. Oxford University Press, 2005.

- Groover, Mikell P. . *Fundamentals of modern Manufacturing, Material, Prodeses, and Systems*. SUA: John Wiley & Sons, Inc., 2010.
- Hatch, Harris B., și Alexander A. Stewart . *History of Electrotype Making. Electrotyping and stereotyping*. Chicago: United Typothetae of America, 1918.
- Hess, Edmund . *Über die regulären Polytope höherer Art*. Marburg: Sitzungsber Gesells Beförderung gesammten Naturwiss, 1885.
- Holleman, AF, Wiberg Egon, și Nils Wiberg . *Chimie anorganică*. Academic Press, 2001.
- Holmyard, Eric John , și D. C. Mandville. *Avicenne de congelatione et conglutinatione lapidum*. Paris, 1927.
- Hoover, Herbert Clark, și Lou Henry Hoover. *Georgius Agricola – De Re Metallica*. London,: The Mining Magazine, Salisbury House,, 1912.
- Haupt, Simon. *Museum of the Missing – A History of Art Theft*. New York: Sterling Publishing CO., INC,, 2006.
- Hunt, L.B. . *The Early History of Gold Plating*. Johnson Matthey & Co Limited, London, fără an.
- Igeltour Dresden. *Dresden: neue Rundgänge durch die Geschichte*. Erfurt: Sutton Verlag GmbH, 2011.
- Isabel del RÃo. *Monografica.org „Cuando el diseño participó en los Juegos Olímpicos de Barcelona '92”*. Feb. 2013. <http://www.monografica.org/Proyectos/9236> (accesat Apr. 16, 2012).
- Jean Philibert, Alain Vignes, Yves Bréchet, Pierre Combrade. *MÉTALLURGIE Du minerai au matériau*. Paris: Dunod, 2002.
- Jenkins, Frank I. . *Harbingers of Eiffel's Tower*. Journal of the Society of Architectural Historians, 1957.
- Johan Friedrich Henkel, Joh. Friederici Henkelii. S. Regiae Poloniar. *Majestatis et Electoris Saxoniae. Collegii Metallici Conmenta & consecraria succinte adumbrata*, . Drezda: In Officina Libraria Hekeliana, 1734.
- Jonathan, Harris. *O statuie pentru America: primii 100 de ani ai statuii libertății*. New York: Four Winds Press, 1985.
- Kammen, Michael. *Visual Shock*. United States: First Vintage Books, 2006.
- Kaprow, Allan. *The Education of the Un-Artist*. Art News 69, 1971.
- Lacy, Suzanne. *Mapping the Terrain: New Genre Public Art*. Seattle Washington: Bay Press, 1995.
- Lăzărescu, Ion, și Viorel Brana. *Aurul și Argintul*. București: Editura Tehnică, 1972.
- Lennartz, Karl. „The Story of the rings, Journal of Olympic History,.” *Journal of Olympic History vol.10*, Dec. - Ian. 2001 - 2002: <http://library.la84.org/SportsLibrary/JOH/JOHv10n1/JOHv10n1m.pdf>.
- Lister, Raymond. *Decorative Wrought Ironwork in Great Britain*. Londra: Alec Tirant, 1957.
- Macquer, P J. *Dictionnaire de Chymie*. Paris, 1766.
- Mann, Steve, Ryan Janzen, și Mark Post. „Hydraulophone Design Considerations: Absent, Displacement, and Velocity-Sensitive Music Keyboard in which each key is a Water Jet.” *Proceedings of the 14th ACM International Conference on Multimedia*. Santa Barbara, 2006.
- Marcel D. Popa, Alexandru Stănculescu, Gabriel Florin-Matei, Anicuța Tudor, Carmen Zgăvărdici, Rodica. *Dicționar enciclopedic*. Editura Enciclopedică,, 1993-2009.

- Marcu, Gheorghe. *Chimia Modernă a Elementelor Metalice*. București: Editura Tehnică, 1993.
- Mauclair, Camille. *Le Charme de Versailles*. Paris: L'édition D' Art H. Piazza, 1931.
- McHam, Sarah Blake. „Donatello's Bronze "David" and "Judith" as Metaphors of Medici Rule in Florence.” *The Art Bulletin*, 2001.
- McWilliam, Janette , Sonia Puttock, Tom Stevenson, și Rashna Taraporewalla. *The Statue of Zeus at Olympia: New Approaches*. Cambridge: Cambridge Scholars,, 2011.
- Meißner, Birgit , Anke Doktor, și Martin Mach. *Bronze und Galvanoplastik*. Dresden: Landesamt für Denkmalpflege Sachsen, 2000.
- Miziolek, Jerzy. *The Grand Theatre In Warsaw The 259th Anniversary of Public Theatre In Poland 1765-2015*. Varşovia, 2014.
- Mohen-Masson, J.-P. *Métallurgie préhistorique*. 1990.
- Moira, Rudolf Hanley. „Gabo fountain, St Thomas' Hospital.” *JOURNAL OF THE ROYAL SOCIETY OF MEDICINE* „Volumul 90”, 1997.
- Mory, Ludwig . *Schönes Zinn – Geschichte Formen und Probleme*. München: Bruckmann, 1977.
- Mucica, Teodor, și Viorel Husea . *Tehnologia Lăcătuşeriei*. Tehnologia Lăcătuşeriei: Editura de Stat Didactică și Pedagogică, 1961.
- Murata, T. . *Weathering Steel*. New York: Uhlig's Corrosion Handbook, J. Wiley & Sons, 2000.
- Nils Zenzen. *The Swedish Men of Science, 1650-1950*. Institute/Almqvist & Wiksell: Sten Lindroth,, 1952.
- Nolhac, Pierre de. *Les Jardins de Versailles*. Paris: Goupil & C, Manzi, Joyant & C, 1906.
- Ocaña, I. Díaz . *Corrosión atmosférica de aceros patinables de nueva generación*. Madrid: Departamento de Ingeniería de Superficies, Corrosión y Durabilidad del Centro nacional de Investigaciones Metalúrgicas (CENIM) y la Agencia Estatal Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CESIC),, 2012.
- Oddy, Andrew . „Gilding Through the Ages – An outline history of the process in the old world.” „*Gold bulletin*”, vol. 14, No 2,, 1981: 75-78.
- O'Hagan, Sean. „Man o steel , Richard Serra.” 2008.
- Percy, John. *Metallurgy. The Art of Extracting Metals from Their Ores, Vol.2*. London, 1864.
- Physick, J. *The Wellington Monument*. Londra, 1970.
- Poche, François , și Jean-Claude Rochette. *Le Dôme des Invalides. Un chef-d'oeuvre restauré.*. Paris: Musée de l'armée, 1995.
- Predota, Georg. *Interlude „Sounding the Sea Blackpool High Tide Organ”*. 17 05 2015.
<https://interlude.hk/sounding-seablackpool-high-tide-organ/> (accesat 04 10, 2021).
- Randu, Stéphane . „Protection des ouvrages métalliques.” <http://www.strres.org/>. Dec. 2020.
<http://www.strres.org/fichier-utilisateur/fichiers/FAME/FAME%202.pdf> (accesat Mai 05, 2021).
- Reaumur, René Antoine. *Arta de a transforma fierul forjat în oțel și arta de a înmuia fierul topit sau de a face lucrări din fontă la fel de finisate ca fierul forjat*. Paris: Academia Regală de Științe, 1722.

- Rich, Vincent . *The International Lead Trade*. Cambridge: Woodhead Publishin, 1994.
- Robert, HALLEUX. *Le problème des métaux dans la science antique*. Liège : Presses , 1974.
- Sandhana, Lakshmi. *Wired*. 07 01 2002. <https://www.wired.com/2002/07/the-musical-stylings-of-high-tide/> (accesat 04 10, 2021).
- Singh, Harbans. *The Encyclopaedia of Sikhism vol. II*. Patiala: Punjabi University, 2011.
- Smiles, Samuel . *Industrial Biography: Iron-Workers and Tool-Makers*. Boston: Ticknor and Fields, 1864.
- Smith, C. S. *Sources for the history of steel, 1532- 1786*. London: Society for History of Technology and MIT Press, 1968.
- Smith, Cyril Stanley, și Martha Teach Gnudi. *The Pirotechnia of Vannoccio Biringuccio*. The American Institute of Mining and Metallurgical Engineers, 1943.
- Smith, J. A., și W. D. Ross. *The Works of Aristotel Translated into English, vol.III*. Clarendon Press, 1908-1952 .
- Snelson, Kenneth. „Art and Ideas .” Kenneth Snelson in Association with Marlborough Gallery . „*Force Made Visible*”. New York, 2013.
- Spacu Petru, Marta Stan, Constanța Gheorghe, și Maria Brezeanu. *Tratat de chimie anorganică vol. III*. București: Editura Tehnică, 1978.
- St. Clair, Charles Spencer. *The Classification of Minerals:Some Representative Mineral , Systems from Agricola to Werner*. Oklahoma: The University of Oklahoma, 1965.
- Suciu, Valeria, și Marcel Valeriu Suciu. *Studiul Materialelor*., București: Fair Partners, 2007.
- Szulakowska, Urszula . *Alchemy in Contemporary Art*. Asgate Publishing Company, 2011.
- Tănase, Viorel. *Sudarea Metalelor și Aliajelor, Sudarea cu flacăra de gaze, Cap. 4*. Tanaviosoft, 2011.
- Thomas, Nicolas. *Prendre de l'acier pour de l'or, Hypothèses, vol.9*. 2006.
- Tylecote, R. F. *A History of Metallurgy, ediția a II-a*. Maney The Institute of Materials,, 1992.
- Vandermonde, Berthollet, Monge,. *Mémoire sur le fer considéré dans ses différents états métalliques*. Paris: Imprimerie royale, 1788.
- Verin, Hélène. *Rédiger et réduire en art : un projet de rationalisation des pratiques*. Paris: MSH, 2008.
- Vidiella, Àlex Sánchez . *Atlas ilustrado hierro y forja*. Madrid: Susaeta Ediciones S.A., 2012.
- Vittori, Ottavio, și Anna Mestitz. *Four Golden Horses in the Sun*. New York: James A. Gray, 1976.
- Waltz, Pierre, Jerome Verain, și (traducere). *Hesoides Les Travaux et les Jours*. Editions Mille et Une Nuits, 2006.
- Warner, Marina. *Monuments and Maidens: The Allegory of the Female Form*. Berkeley-Los Angeles: University of California Press, 1985.
- Wedemeyer, Bernd. *Fostul palat rezidențial din Braunschweig. O documentație despre clădire și demolarea ei* . Braunschweig, 1993.
- Weiss, Roberto. *The Renaissance Discovery of Classical Antiquity, ediție a II-a*., Basil Blackwell, 1988.